

УДК 519.682.6:682.1

Д.Д. Сорочинський, студент гр. ПБ-91мп, к.т.н., доц. Вислоух С.П.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

ДИСКРЕТНО-ПОДІЄВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Анотація. В статті розглядається питання застосування дискретно-подієвого моделювання технологічних процесів. Розглядається роль такого моделювання в технологічних процесах, можливості та інструменти, що необхідні для його реалізації.

Ключові слова: імітаційне моделювання, дискретно-подієве моделювання, технологічні процеси, складання приладів

ВСТУП

Дискретно-подієве моделювання - це вид імітаційного моделювання. У дискретно-подієвому моделюванні функціонування системи представляється як хронологічна послідовність подій. Подія відбувається в певний момент часу і знаменує собою зміну стану системи [1].

Дискретно-подієвий метод використовується, коли систему можна достовірно представити у вигляді послідовності операцій. Однак не завжди легко зрозуміти, який із методів моделювання більше підходить в конкретній ситуації. Наприклад, якщо простіше описати індивідуальну поведінку кожного об'єкта, ніж проектувати загальний робочий процес, кращий варіант - агентне моделювання [1].

Точно так же, якщо цікавлять загальні оцінки явищ, а не взаємодії окремих об'єктів, зручніше буде описати систему за допомогою системної динаміки. У класичних інструментах дискретно-подієвого моделювання об'єкти (заявки) пасивні і відрізняються тільки атрибутами, які впливають на те, як ці заявки будуть опрацьовані [1].

Термін "дискретно-подієвого моделювання", проте, зазвичай використовується в більш вузькому сенсі для позначення "процесного" моделювання, де динаміка системи представляється як послідовність операцій (прибуття, затримка, захоплення ресурсу, поділ) над агентами, що представляють клієнтів, документи, дзвінки, пакети даних, транспортні засоби тощо. Агенти самі не контролюють свою динаміку, але можуть мати певні атрибути, що впливають на процес їх обробки (наприклад, тип дзвінка, складність роботи) або накопичують статистику (загальний час очікування, вартість) [2].

Процесне моделювання це середньо-низький рівень абстракції: тут кожен об'єкт моделюється індивідуально, як окрема сутність, але безліч деталей "фізичного рівня" (геометрія, прискорення / уповільнення) зазвичай опускається. Такий підхід широко використовується в бізнес-процесах, виробництві, зокрема в моделюванні технологічних процесів в приладобудуванні [2].

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДИСКРЕТНО-ПОДІЄВОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Система дискретно-подійного моделювання містить наступні компоненти [3]:

1. Змінні, що визначають стан системи.
2. Логіка, яка визначає, що станеться у відповідь на подію.
3. Годинник.

Основний компонент системи, що синхронізує зміни системи, тобто виникнення подій.

4. Список подій.

Система моделювання підтримує принаймні один список подій моделювання. Однопотоківі системи моделювання, що засновані на миттєвих подіях, мають тільки одну поточну подію. У той час як багатопотокові системи моделювання і системи моделювання, що підтримують інтервальні події, можуть мати декілька поточних подій. В обох випадках існують серйозні проблеми з синхронізацією між поточними подіями.

5. Генератори випадкових чисел.

Дискретно-подієві моделі поділяються на детерміновані та стохастичні, в залежності від того, яким чином генеруються події і основні характеристики черг: час настання подій; тривалість обслуговування; кількість клієнтів, що надходять в чергу в одиницю часу. Стохастичні дискретно-подієві моделі відрізняються від моделей Монте-Карло наявністю годинника.

6. Статистика.

Основні дані, які збираються в системах дискретно-подієвого моделювання [3]: середня зайнятість (доступність) ресурсів; середня кількість клієнтів в черзі; середній час очікування в черзі.

7. Умова завершення.

Умовою завершення можуть виступати [3]: виникнення заданої події (наприклад, досягнення 10-хвилинного часу очікування в черзі); проходження заданої кількості циклів за годинами системи моделювання.

8. Реалізація.

Системи дискретно-подієвого моделювання - це, найчастіше, проблемно-орієнтовані мови програмування або бібліотеки для високорівневих мов [3].

ВИКОРИСТАННЯ ДИСКРЕТНО-ПОДІЄВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

На відміну від часто використовуваної системної динаміки модельний час просувається або від події до події (подієво-орієнтований), або через дискретні проміжки часу (процесно-орієнтований) [4]. Дискретно-подієвий підхід застосовується у разі, якщо можна вважати, що змінні системи змінюються миттєво в певні моменти часу, що відбувається в технологічних процесах в приладобудуванні, які даний тип моделювання допомагає описати [4]. Для уявлення дискретно-подієвих моделей застосовується методологія подієвого графа. Дискретно-подієве моделювання - найбільш поширений підхід імітаційного моделювання, сфера його застосування досить широка: логістика;

соціально-економічні процеси; промисловість та ін. Описуються дискретно-подієві моделі у вигляді блоків, що обробляють заявки відповідно до заданих параметрів, і з'єднань між ними, що визначають послідовність операцій [4]. Технологічний процес є складною системою, в якій протягом певного часу об'єкт зазнає змін та проходить через різні операції. На процес впливають вхідні змінні та подієве просування об'єкту моделювання за операціями, на кожній з яких впливають різні змінні, тобто моделюється технологічний процес як процесно-подієво орієнтований в часі процес. Таким процесом є технологічний процес складання, імітаційну модель якого (рис.1) побудовано, використовуючи можливості дискретно-подієвого моделювання.

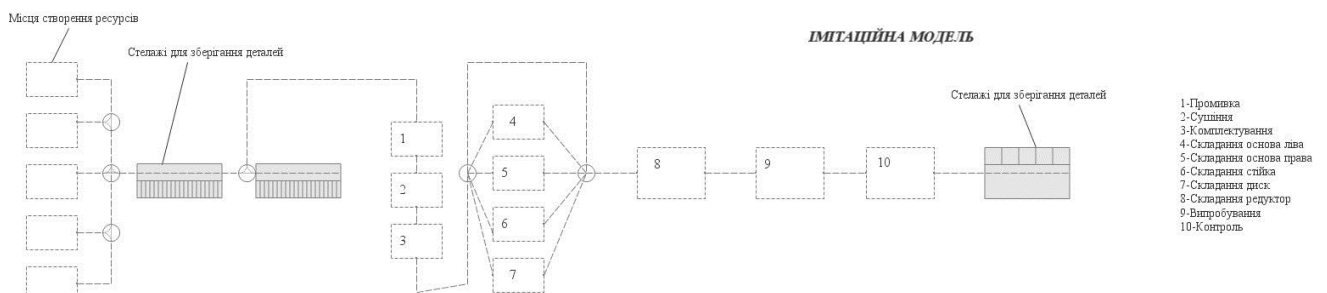


Рисунок 1. 2-D зображення імітаційної моделі технологічного процесу складання. Цифрами позначені: 1-3—підготовчі операції, 4-8 — операції складання, 9—випробування, 10 — контроль.

Таким чином, за допомогою використання спеціальних програмних засобів та можливостей дискретно-подієве моделювання дає можливість з великою подібністю відтворювати імітаційні моделі, зокрема технологічні процеси складання.

Результатами роботи моделі, що побудована засобами дискретно-подієвого моделювання, є діаграми (рис.2).

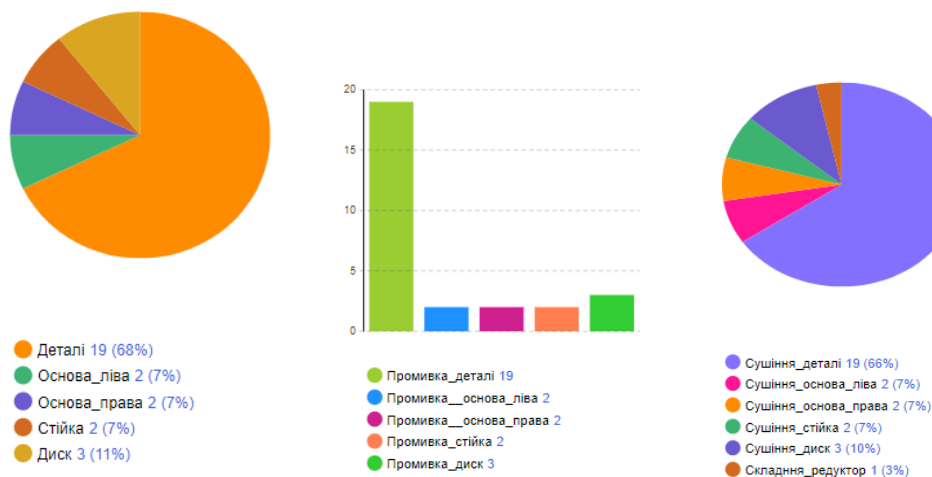


Рисунок 2. Діаграми функціонування імітаційної моделі технологічного процесу складання.

На основі аналізу процесу роботи моделі та її стану й показників діаграм, роблять висновок про стабільність її роботи, наявність помилок, близькість до реальної системи, ефективність, наявність або відсутність потреби в оптимізації моделі.

ВИСНОВКИ

Розвиток імітаційного моделювання в останні роки відкриває можливості до застосування різноманітних методів для опису складних систем, в тому числі і технологічних процесів. Проведення експериментів з використанням моделі позбавляє від необхідності проведення експериментів в реальному житті і не заважає роботі виробництва [5]. Складна комп'ютерна імітаційна модель такого об'єкту як виробничий процес наочно демонструє функціонування великих та складних організаційних систем, яке практично неможливо уявити традиційними способами [6]. В залежності від складності системи, можна підібрати відповідний метод моделювання для повного його опису та реалізації його роботи, враховуючи всі фактори, що впливають на процес. При реалізації моделювання технологічних процесів в приладобудуванні допомагає дискретно-подієве моделювання, як один із засобів імітаційного моделювання, що має необхідні можливості для опису такого процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Дискретно-событийное и многоподходное моделирование. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.anylogic.ru/use-of-simulation/discrete-event-simulation/>.
- [2] Дискретно-событийное моделирование. [Электронный ресурс].URL: <https://help.anylogic.ru/index.jsp?topic=/com.anylogic.help/html/ui/de.html>.
- [3] Дискретно-подієве моделювання. [Электронный ресурс].URL: https://znaimo.com.ua/Дискретно-подієве_моделювання.
- [4] Имитационное моделирование производственных систем предприятия. [Электронный ресурс].URL: <http://repo.ssau.ru/bitstream/Metodicheskie-ukazaniya/Imitacionnoe-modelirovanie-proizvodstvennyh-sistem-predpriyatiya-TecnomatixPlantSimulaton-Elektronnyi-resurs-elektron-metod-ukazaniya-k-lab-rabote-53803/1/Рамзаева Е.А. Имитационное моделирование.pdf>.
- [5] Сорочинський, Д. Д. Підвищення якості приладобудівного виробництва засобами імітаційного моделювання / Д. Д. Сорочинський, С. П. Вислоух // XV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 року, м. Київ, Україна : збірник праць конференції / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ, ФММ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського; Центр учбової літератури, 2019. – С. 176–179. – Бібліогр.: 7 назв.
- [6] Сорочинський, Д. Д. Роль імітаційного моделювання в «розумному виробництві» / Д. Д. Сорочинський, С. П. Вислоух // XIII Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 13-14 травня 2020 р., м. Київ, Україна : збірник праць конференції. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 123–125. – Бібліогр.: 6 назв.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Вислоух С.П.